

# Experiencia de Aplicación de un Entorno Personalizado de Aprendizaje Móvil a una Asignatura de Ingeniería Informática

Miguel Ángel Conde González, Francisco José García Peñalvo

**Title**—How to apply a Mobile Personal Learning Environment to a Computer Science subject.

**Abstract**—Information and Communication Technologies are changing the tools that people use in their daily life. Teaching and learning processes are also affected. These technologies emphasize the fact that learning is not always linked to an institution or a period of time. However institutional learning systems do not support this concept and this makes necessary the definition of Personal Learning Environments. This paper describes the experience of the application of one of those personal environments implemented for mobile devices that is able to exchange information with the institutional systems. From this experience it is possible to say the definition of mobile Personal Learning Environments is possible, it increases learners' motivation and enriches their learning; and at the same time it is possible to take into account what the learners do beyond the institution.

**Index Terms**— Interoperability, LMS, mobile, motivation, PLE.

## I. INTRODUCCIÓN

La aparición de Internet, los ordenadores, los teléfonos móviles y en especial el hecho de que su coste sea accesible para los usuarios ha supuesto cambios en los dispositivos y tecnologías que utilizamos en nuestra vida diaria. Estas tecnologías así como las diferentes aplicaciones y servicios que proveen se aplican de una forma más o menos exitosa en distintos ámbitos. Uno de ellos es el ámbito educativo y más concretamente los procesos de enseñanza/aprendizaje. Esto ha supuesto que tanto el docente como el discente disponga de un amplio elenco de herramientas de carácter educativo [1, 2]. Un claro ejemplo de estas aplicaciones son las plataformas de aprendizaje o LMS (*Learning Management Systems*), que van a centralizar varias de herramientas para facilitar a las instituciones la gestión de los procesos de aprendizaje. Entre otros aspectos facilita la organización y estructuración de los contenidos docentes a los profesores y sirve de punto de encuentro y

desempeño de diferentes actividades formativas para los alumnos, así como en muchas ocasiones de repositorio de contenidos y conocimientos [3].

Sin embargo la aplicación de las plataformas de aprendizaje no garantiza necesariamente el éxito de los procesos educativos. Esto se debe, entre otros motivos, a que los LMS no satisfacen plenamente las necesidades de los estudiantes ya que: 1) Están muy centrados en la institución y el curso y no tanto en las necesidades de los alumnos [4]; 2) No facilitan la incorporación herramientas que los alumnos utilizan para aprender [5-7]; y 3) No dan soporte por sí mismas al concepto de aprendizaje a lo largo de la vida, sino que se ciñen a periodos de tiempo concretos como puede ser un curso académico [8, 9]. Ante esta situación es necesario otro tipo de entornos, que son los entornos Personales de Aprendizaje o PLE (*Personal Learning Environments*). En ellos el estudiante es el responsable de su formación, puede determinar qué herramientas y servicios usar o qué contenidos consumir, sin una vinculación necesaria a una institución o a un período de tiempo determinado [10].

La aparición de los PLE no implica, sin embargo, que los LMS deban desaparecer. Ambos consideran conceptos de aprendizaje diferentes. Mientras que el LMS, ampliamente extendido en distintos ámbitos educativos [11-13], representa un modelo de aprendizaje más cercano al concepto tradicional de clase y ligado a la institución, el PLE representa un aprendizaje en el que el estudiante tiene la última palabra y que tiene en cuenta que éste aprende más allá del entorno institucional. Ante esta situación sería conveniente que ambos contextos pudieran comunicarse y de esa manera se podría por un lado tener en cuenta dentro la institución las actividades de aprendizaje que ocurren fuera de ella, y por otro enriquecer el entorno personalizado con herramientas institucionales.

De cara a facilitar dicha comunicación se ha definido un *framework* basado en servicios que facilita el intercambio de información e interacción entre ambos entornos [14]. Este *framework* ha sido probado en diferentes contextos a través de diversas experiencias. Dichas pruebas permiten observar que los estudiantes no solamente utilizan distintas herramientas para aprender, sino también aprenden desde otros contextos como los dispositivos móviles [15-17]. No en vano se trata de una de las tecnologías con mayor aceptación con más de 6800 millones de suscripciones en 2013 y más de un teléfono por persona en los países desarrollados [18].

Miguel Ángel Conde González, Departamento de Ingenierías Mecánica, Informática y Aeroespacial, Universidad de León. Escuela de Ingenierías, Campus de Vegazana S/N, 24071, León, España (email [miguel.conde@unileon.es](mailto:miguel.conde@unileon.es)).

Francisco José García Peñalvo, Instituto de Ciencias de la Educación (IUCE), Grupo de Investigación GRIAL, Universidad de Salamanca. Paseo de Canalejas 169, 37008, Salamanca, España (email [fgarcia@usal.es](mailto:fgarcia@usal.es)).

Dadas estas circunstancias es necesario adaptar el *framework* de servicios para que considere estos dispositivos y definir una versión móvil del PLE que va a denominarse mPLE (*mobile Personal Learning Environment*). Lo que se pretende es la definición de una solución móvil flexible, escalable, portable a partir del *framework* de servicios previamente realizado. Este mPLE debe permitir a los estudiantes definir sus propios entornos de aprendizaje de manera que ellos puedan determinar las herramientas que quieren utilizar para aprender. Para ello debe incluir funcionalidades propias del entorno institucional, herramientas educativas y otras herramientas no necesariamente definidas con fines educativos pero que pueden utilizarse para ello (p.ej: GoogleDocs). Este artículo describe como se define esta solución y como se prueba con estudiantes de Ingeniería del Software de la Universidad de Salamanca.

El artículo se va a estructurar del siguiente modo: la sección 2 resume los trabajos relacionados; la sección 3 describe el PLE móvil; posteriormente en la sección 4 se presenta la experiencia realizada y por último se aportan una serie de conclusiones.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

En lo que respecta a los trabajos relacionados debe considerarse que los PLE por su naturaleza no deberían limitarse a un uso en un contexto determinado. Al tratarse un sistema que considera las herramientas y servicios que un usuario utiliza para aprender no pueden dejarse fuera aquellas que funcionan sobre dispositivos móviles. En este sentido existen iniciativas relativas a la definición de mPLE, entre ellas:

- Las que consideran que no hay necesidad de adaptar los dispositivos móviles para definir un PLE. Los móviles o *tablets* ya que incluyen suficientes herramientas por sí mismos para la permitir al usuario realizar actividades formativas y determinar que herramientas y servicios utiliza para aprender[19-21]. Esta idea es correcta, pero no considera cómo integrar de las diferentes herramientas educativas que usa el estudiante, lo que puede confundirlo ya que podría usar diferentes herramientas y no quedar claro el fin para el que las usa (si es para aprender o no). El hecho de presentar un entorno que centralice esas herramientas puede facilitar el aprendizaje del alumno, que sabría que a través de ese entorno específico puede realizar actividades de aprendizaje [22].
- Las que utilizan las características específicas de los dispositivos en la formación (el GPS, la cámara, etc.). Ejemplos de este tipo de iniciativas pueden ser: *CONTSENS Project (using wireless technologies for CONTEXT SENSITIVE education and training)*, iniciativa que hace uso de los sistemas de conciencia contextual para dos experimentos en aprendizaje en Londres; *MPE (Mobile Personal Environment)* [23], se trata de un cliente móvil que facilita a los usuarios el establecimiento de canales de comunicación con otros y con expertos, en función de un punto de interés para la formación del estudiante; o la propuesta de Perifanou[24] que utiliza el dispositivo en sí, así como aplicaciones que incluye para el aprendizaje de idiomas

en función del contexto en que se encuentre el alumno. El problema de estas iniciativas es la gran dependencia que se tiene con respecto al hardware y software instalado.

- Las que facilitan el uso del móvil como PLE, mediante la incorporación de funcionalidades en estos dispositivos, y la integración de las herramientas institucionales. Algunos ejemplos en este sentido podrían ser: *MOLLY Project* [25], es una iniciativa abierta y gratuita que propone una plataforma web para móviles pensada para que usuarios del mundo académico puedan buscar contactos, acceder a *podcast* de las universidades y a sus bibliotecas, conocer mapas de los campus, noticias y eventos, además de permitir su integración con LMS existentes como *Sakai*; *CampusM*[26], se trata de una aplicación móvil que proporciona diferentes tipos de servicios propios que se adaptan a las necesidades y usos de los usuarios (mensajería, blogs, portfolio, mapas, calendario, servicios de alertas, etc.) e integra los servicios institucionales (cabe destacar especialmente la integración con LMS como *Moodle* y *Blackboard*) [27]. El problema que presentan este tipo de iniciativas es que han sido definidas ad-hoc para la institución y generalmente utilizan tecnologías muy específicas, con lo que no son soluciones extrapolables a todos los contextos. Esto podría solventarse mediante el uso de estándares y especificaciones.
- Las que utilizan las herramientas propias del móvil (como sus clientes de RSS o las posibilidades para la comunicación mediante el uso de SMS) para facilitar la integración como entorno personalizado. Como ejemplos en este sentido se pueden citar: *OnlyConnect Project*, se trata de un sistema que trata de reforzar y personalizar la relación entre usuario e institución por diferentes canales, entre ellos mediante el envío de información personalizada mediante SMS y RSS [28]; o *REACH*, proyecto donde lo que se define es un *software* que facilita el envío de avisos procedentes de los LMS a diferentes contextos mediante el uso de RSS y SMS [29]. El problema de este tipo de solución es que se encuentra muy limitada por el tipo de tecnología de comunicación que se utiliza.
- La definición de versiones móviles de ciertas plataformas que sirven para definir portales, comunidades virtuales o para la gestión de contenidos. Un ejemplo de esto es *Elgg*[30], que proporciona una versión móvil [31] cuyo cometido es facilitar el acceso desde móviles a los contextos personalizados y, en algunos casos gracias a sus mecanismos de comunicación con las plataformas de aprendizaje, también al entorno institucional. Sin embargo estas herramientas no son en muchos casos suficientes para definir un PLE ya que la mayoría no da soporte a la comunicación con otros ecosistemas de aprendizaje.
- Las soluciones basadas en *widgets* ya existentes para representar los PLE y su explotación en otros contextos. Deben considerarse iniciativas como: la de *Aplix Web Runtime*[32] que posibilita la ejecución de *widgets* W3C en dispositivos móviles; la *Widgetruntime: WAC-1.0 Compliant Golden for*

*Android*[33] que se utiliza con un cometido similar; y los consorcios entre diferentes compañías de telefonía para definir interfaces comunes para aplicaciones móviles[34]. También relacionado con *widgets* pero exportables a otros contextos debe considerarse proyectos como *Webinos*[35], que ofrece una plataforma abierta que permite intercambiar aplicaciones entre diferentes plataformas. El problema es que aunque sea posible empezar a visualizar los *widgets* en los móviles muchas de las soluciones no utilizan estándares para definirlos, lo que supone que lo que es válido para una plataforma no lo sea en otras.

- La adaptación de los LMS a los dispositivos móviles para que puedan combinarse con otras herramientas incluidas en los dispositivos. De hecho varios de los LMS más populares (*Moodle*, *Blackboard*, *Sakai*, etc.) tienen asociado o están desarrollando alguna iniciativa de implementación de cliente móvil (oficial o no) [36-43]. El problema de ese tipo de soluciones es que están muy ligadas a la institución y no es sencillo integrar funcionalidades adicionales en sus versiones de móviles así como combinar esos clientes con otras herramientas.

Dado este panorama se puede observar que la definición de una solución flexible y completa no es algo sencillo de conseguir. Este es el propósito del mPLE que se ha utilizado durante la presente experiencia.

### III. EL PLE MÓVIL

Como se ha comentado con anterioridad existe una necesidad de definir no solamente un PLE en un contexto móvil sino de ser capaz de comunicar ese PLE con el entorno institucional (representado como el LMS). Para hacer esto posible es necesario establecer una estructura de comunicación entre dichos entornos de aprendizaje, de manera que: 1) lo que ocurra en el contexto móvil pueda ser tenido en cuenta desde el entorno institucional; y 2) que el entorno personalizado móvil pueda verse enriquecido con funciones del LMS. Este es la idea que por tanto se tiene de mPLE, entendido como un conjunto de servicios, herramientas y canales de comunicación que facilitan que el estudiante pueda llevar a cabo actividades de aprendizaje fuera del contexto institucional y que desde éste se pueda considerar los resultados de dichas actividades.

En este sentido los autores del presente artículo han definido un *framework* de servicios que, mediante el uso de servicios web y especificaciones de interoperabilidad, hacen posible dicha comunicación [14]. Este *framework* considera la representación funcionalidades institucionales en los dispositivos móviles mediante el uso de servicios web. Sin embargo esta exportación a los dispositivos móviles, permite la representación del PLE en otros contextos, pero para dichos dispositivos no se tiene en cuenta cómo funciona realmente un PLE, ya que no facilita que el usuario pueda elegir diferentes herramientas y esto supone que tenga que ser adaptado[44].

El *framework* constaría de 3 elementos principales, el entorno institucional (con uno o varios LMS), el entorno personalizado y los canales de comunicación (Fig 1).

Estos elementos desde un punto de vista arquitectónico se distribuirían según el diagrama de despliegue de la Fig 2. En dicha figura se aprecia el entorno institucional que puede incluir uno o varios LMS distribuidos en diferentes nodos. También puede observarse el entorno personalizado móvil que incluye herramientas propias del dispositivo, herramientas institucionales y herramientas externas no definidas inicialmente con fines educativos pero que pueden utilizarse con tal propósito (*ExternalTool*). Además el *framework* debe incluir herramientas mediadoras (*Mediator*) que faciliten el manejo de entornos propietarios (por ejemplo GoogleDocs no puede ser modificado para integrarse en el PLE pero dispone de una API para facilitar su integración) así como proporcionen interfaces de evaluación a contextos que de no los incluyen por defecto [14] (por ejemplo GoogleDocs no incluye una interfaz para evaluar un documento creado por varios estudiantes). Estos componentes están conectados por una serie de interfaces basadas en servicios web y especificaciones de interoperabilidad. Para poder chequear la adecuación del *framework* se elabora una prueba de concepto que supone la introducción en el modelo de una serie de restricciones de diseño:

- Contexto Institucional. Se pueden incorporar diferentes LMS, aunque en este caso se propone utilizar varias instancias de la plataforma de aprendizaje Moodle, ya que: es software libre; está ampliamente extendido (<http://moodle.org/stats>), ha tenido gran aceptación entre las instituciones [45]; y por que incorpora una capa de servicios web que abre las puertas a nuevas tecnologías [46].
- Canales de comunicación. Para facilitar la comunicación entre LMS y PLE se utilizan los servicios web proporcionados *Moodle*[47] y *BLTI*[48] como especificación de interoperabilidad. Esta especificación se utiliza en el *framework* para integrar la actividad realizadas fuera del entorno institucional.

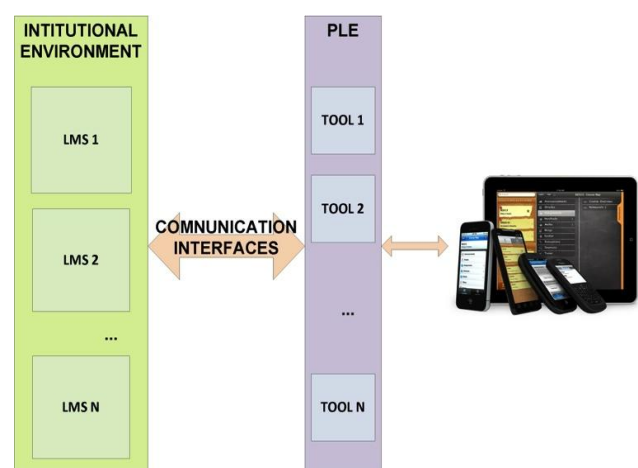


Fig. 1. Elementos principales del *framework*.

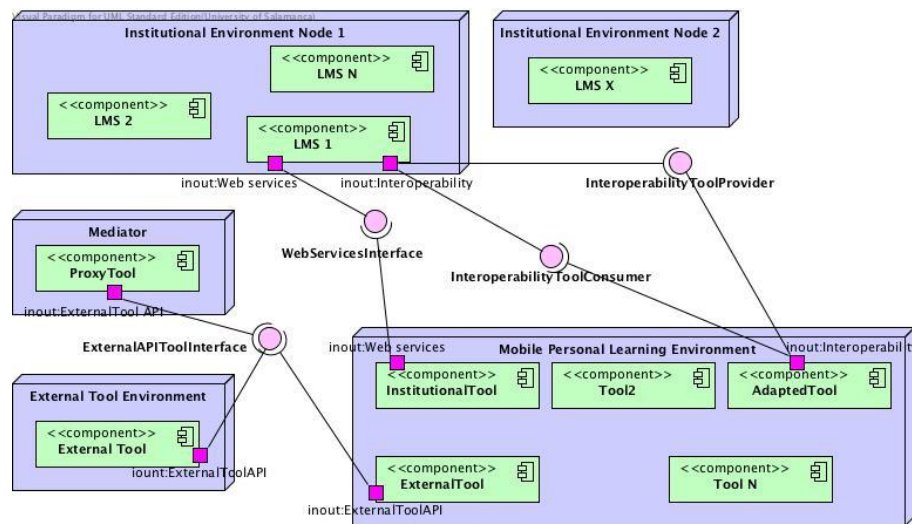


Fig. 2. Diagrama de despliegue del *framework* en el que se pueden observar los elementos fundamentales: el entorno institucional, el mediador y el mPLE[44]

- Entorno personalizado. Debe facilitar que el usuario pueda añadir todo tipo de herramientas que utilice para su formación. Para ello se ha realizado una implementación. En concreto existía la posibilidad de realizar dicha implementación utilizando varias tecnologías pero al final se seleccionó Android[49] por ser una de las más extendidas. El PLE móvil debe, en primer lugar, facilitar un contenedor de aplicaciones (Fig 3). Este contenedor da acceso al usuario a diferentes aplicaciones que se puedan utilizar para aprender. Estas aplicaciones pueden ser: aplicaciones instaladas en el móvil o que se pueda descargar, aplicaciones que representen funcionalidades del LMS (como puede ser el foro Fig 4.) o actividades educativas que se adaptan para su uso en dispositivos móviles, por ejemplo una herramienta de cuestionarios (Fig 5).

El contenedor facilita la personalización del entorno de aprendizaje por parte del usuario y que sea él quien decida las herramientas que utiliza para aprender. Además, las herramientas educativas adaptadas y las funcionalidades exportadas del LMS (durante la implementación Moodle) deben ser capaces de retornar los resultados de la actividad del estudiante a dicho

entorno institucional, con lo que aprendizaje no vinculado con el contexto académico pueda también tenerse en cuenta [46].

A partir de esta prueba de concepto, con el objetivo de validar la adecuación de la solución se ha llevado a cabo una experiencia piloto en un entorno educativo.



Fig. 4. Ejemplo de la aplicación del foro en el dispositivo móvil

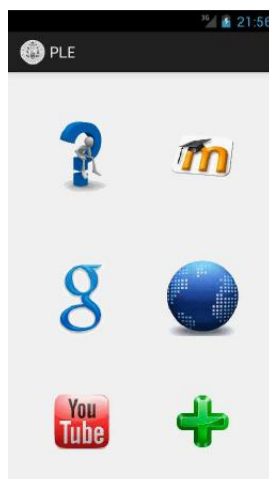


Fig. 3. Contenedor de aplicaciones para el dispositivo móvil



Fig. 5. Herramienta de cuestionario adaptada al PLE Móvil

#### IV. LA EXPERIENCIA PILOTO

El sistema desarrollado como prueba de concepto se ha probado con 40 estudiantes correspondientes a dos grupos de la asignatura Ingeniería del Software de la Universidad de Salamanca. De estos estudiantes 20 han utilizado el mPLE durante la experiencia (grupo experimental) mientras que otros han utilizado los navegadores de los dispositivos móviles (grupo de control). La experiencia consistía en el uso del foro para discutir una serie de conceptos acerca de UML, además los alumnos que utilizan el mPLE debían configurarlo y añadir 4 herramientas que ellos utilizaran para aprender y no estén incluidas en Moodle. También 4 profesores van a utilizar el mPLE para contestar las aportaciones de los estudiantes y añadirán 4 herramientas. A partir de esa experiencia se va a considerar la percepción de usabilidad de los estudiantes del grupo experimental frente al grupo de control y las opiniones de los estudiantes del grupo experimental y de los profesores. A continuación se describen las metodologías utilizadas.

##### A. Metodología

A lo largo de este piloto se han aplicado diferentes metodologías de evaluación. En concreto este artículo se centra en dos de ellas: la usabilidad del sistema y la percepción de estudiantes y profesores acerca del mismo.

En cuanto a la metodología utilizada para evaluar la usabilidad, de entre los posibles factores a contemplar, se decide tener en cuenta la satisfacción del usuario final. Para ello se utiliza un formulario SUS (*System Usability Scale*). Se trata de un cuestionario de 10 ítems que facilita una medida de la evaluación subjetiva de la usabilidad [50]. Dicho cuestionario se aplica tanto al grupo experimental como al de control y se comparan los resultados.

Respecto al análisis de la percepción de los estudiantes se utiliza una aproximación cualitativa. Se llevan a cabo entrevistas semi-estructuradas con los 20 estudiantes del grupo experimental y con el grupo de profesores de la asignatura. Las respuestas a dichas entrevistas se analizan, se definen una serie de categorías temáticas y posteriormente se sintetizan los resultados y se agrupan de acuerdo a esas categorías [51]. En este caso para los estudiantes se consideran las categorías de motivación (como se ve afectada), aprendizaje (cómo se ve afectado) y para los profesores funcionamiento (cómo les parece), aprendizaje (cómo se ve afectado) y problemas.

A continuación se observan los resultados de esta aplicación.

##### B. Resultados y Discusión

Los resultados respecto a la evaluación de la satisfacción del usuario final del sistema mediante el formulario SUS han sido de un 74 sobre 100 para los estudiantes del grupo experimental y de un 38 sobre 100 para los del grupo de control. Dado que según Sauro el nivel de satisfacción aceptable para un sistema debería estar por encima de un 68 sobre 100 [52], se puede concluir que la usabilidad del PLE móvil es aceptable y que hay una diferencia significativa con respecto a los alumnos que no lo utilizan. Esta diferencia es debida principalmente a que la representación de los LMS en los navegadores de dispositivos móviles no son plenamente funcionales, lo que hace que tanto la consulta de información como la interacción con los mismos

sea bastante compleja. Por otro lado, el PLE móvil permite centralizar el conjunto de herramientas usadas para aprender, mientras que en caso de no utilizarse la selección de herramientas dependería del dispositivo a utilizar y sería descentralizada lo que complica su uso y puede conducir a índices menores de usabilidad.

En cuanto a las razones por las que el porcentaje de aceptación no es mayor se puede deber a que él se ha desarrollado como prueba de concepto, lo que supone que aún presente ciertos errores, que han sido reportados por profesores y estudiantes y se han resuelto.

Como ya se ha comentado otro aspecto que se ha tenido en cuenta es la percepción de los estudiantes y profesores de la utilidad del sistema. La Tabla 1 muestra esa información categorizada. De dicha tabla se pueden obtener varias conclusiones. En lo que respecta a la motivación la mayoría de los estudiantes afirman que el mPLE puede incrementar su motivación porque les ayuda a aprender, les facilita acceder a recursos y actividades de aprendizaje en cualquier momento y lugar y porque es más flexible que otras soluciones existentes. Algunos estudiantes consideran que la

TABLA I. – MATRIZ CON LA PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES CATEGORIZADA

|     | Motivación                             | Aprendizaje                                    | Problemas                                   |
|-----|--|--|---|
| E1  | El uso del móvil es útil               | Interesante                                    | Me desciento                                |
| E2  | Siempre informado                      | Mejora por usar las herramientas que yo quiero | -   |
| E3  | En cualquier lugar                     | Mejora   | Configuración difícil                       |
| E4  | Nuevo uso para el móvil                | Más posibilidades                              | Más herramientas adaptadas                  |
| E5  | Útil                                   | Más completo                                   | -   |
| E6  | Indiferente                            | Más herramientas                               | Complejo                                    |
| E7  | Mejora                                 | Más sencillo                                   | No muchas herramientas educativas adaptadas |
| E8  | Útil                                   | Adaptado a las herramientas que uso            | -   |
| E9  | Realmente en cualquier momento y lugar | -  | No todo el mundo tiene un smartphone        |
| E10 | Incrementa                             | Puedo personalizar mi entorno de aprendizaje   | Complejo                                    |
| E11 | Mis herramientas de aprendizaje a mano | Mejorado por el uso del móvil                  | Conectividad                                |
| E12 | Nuevas posibilidades                   | Enriquecido con otras herramientas             | -   |
| E13 | Mayor flexibilidad                     | No sólo herramientas educativas                | -   |
| E14 | Se incrementa                          | -  | -   |
| E15 | La tecnología no es lo importante      | Nuevos contenidos y herramientas               | No tengo un smartphone                      |
| E16 | Indiferente                            | No se ve afectado                              | Tengo que acceder a dos entornos            |
| E17 | Útil                                   | -  | -   |
| E18 | -                                      | Más adaptado a mis necesidades                 | Ninguno                                     |
| E19 | Positivo                               | -  | -   |
| E20 | Complejo                               | -  | Sigo teniendo que acceder al LMS            |



motivación no se ve afectada porque ya utilizan el dispositivo móvil con fines educativos independientemente de que sus resultados no sean integrados en el LMS.

En lo que respecta a su aprendizaje la mayoría ve el mPLE como algo positivo que mejora y enriquece sus procesos de aprendizaje. Gracias al mPLE tienen la posibilidad de decidir qué herramientas utilizan para aprender y personalizar sus entornos de aprendizaje tanto con herramientas de carácter educativo como con otras que no tienen necesariamente que serlo.

Por último, en cuanto a los problemas que les supone el uso de este entorno varios estudiantes se quejan acerca de que dispondrían de muchas herramientas en distintos contextos lo les llegar a confundir. Otro de los problemas es la falta de herramientas educativas adaptadas para ser integradas en el PLE y que devuelvan información al LMS. También algunos señalan que no todos los estudiantes tienen acceso a Internet en el móvil (hecho que puede ser solventado habilitando un funcionamiento del mPLE *offline*) y/o no tienen *smartphone*.

En la Tabla 2 se muestran los resultados correspondientes a la percepción de los profesores al respecto del funcionamiento del sistema, de cómo podría verse afectado el aprendizaje y los problemas que observan en el uso de este tipo de entornos.

De esta tabla puede concluirse que según la percepción de los profesores la herramienta funciona adecuadamente y de forma sencilla.

En lo referente a la influencia en el aprendizaje de los estudiantes los profesores consideran que les aporta mayor flexibilidad por la posibilidad de usar nuevas herramientas y que pueden estar más motivados por el hecho de poder usar el móvil y las herramientas que ellos realmente quieren para aprender. Por otro lado el mPLE proporciona nuevas posibilidades, facilita que herramientas de fuera del ámbito institucional puedan ser utilizadas en actividades formativas, así como contenidos de diferentes fuentes. Debe tenerse en cuenta también que lo que los usuarios puedan hacer en el mPLE va a poder ser tenido en cuenta desde el LMS lo que va a suponer un mayor conocimiento acerca de las actividades de aprendizaje de los estudiantes, algo que redundaría en su beneficio ya que podría ser valorado.

En cuanto a los problemas que presenta el sistema uno de los más relevantes es que no todo el mundo ni en todos los ámbitos educativos se va a disponer de *smartphones* (por ejemplo en contextos de educación primaria este tipo de dispositivos no son comunes). Además se aprecia la necesidad de contar con más herramientas adaptadas para su uso desde el dispositivo móvil. Por último algunos profesores consideran que la duplicidad de contextos formativos puede confundir a los estudiantes.

Estos resultados respaldan la viabilidad del sistema desde el punto de vista de la usabilidad, corroboran las suposiciones iniciales que se habían realizado acerca de las ventajas del sistema y plantean una serie de problemas que pueden ser tratados como líneas para un trabajo futuro.

## V. CONCLUSIONES

A lo largo de este artículo se han planteado dos problemas principales. Por un lado los discentes no aprenden únicamente en los entornos institucionales, sino que lo hace

TABLA II. – MATRIZ CON LA PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES CATEGORIZADA

|    | Funcionamiento | Aprendizaje  | Problemas                                     |
|----|----------------|--|---|
| P1 | Correcto       | Se sabe que hace el estudiante fuera del LMS   | Más herramientas                              |
| P2 | Bien           | El estudiante puede definir su entorno personal y el profesor tiene nuevos tipos de recursos y actividades para utilizar | Adaptación de herramientas educativas         |
| P3 | Sencillo       | El estudiante está más motivado por usar el móvil  | Disponibilidad de <i>smartphones</i>          |
| P4 | Adecuado       | Nuevas posibilidades de contenidos y funcionalidades   | Diferentes contextos supone más complejidad y |

a lo largo de su vida, mediante el uso de diferentes herramientas y en contextos muy diferentes. Es necesario tener en cuenta ese tipo de aprendizaje. Además hoy en día las tecnologías móviles facilitan el acceso a actividades de aprendizaje en cualquier momento y lugar y también en este caso, las actividades de aprendizaje deben ser consideradas.

Dadas estas necesidades se ha planteado la definición de un entorno de personal de aprendizaje móvil que permite que el estudiante decida las herramientas educativas a utilizar y el momento y lugar en que usarlas y cuyos resultados pueden ser tenidos en cuenta desde el entorno institucional. De esta forma se trata de hacer visible el aprendizaje que ocurre más allá de la institución

Para ello este artículo ha presentado una aproximación basada en el uso de un *framework* de servicios y una implementación Android de un mPLE. Dicha solución se ha probado con alumnos de la asignatura de Ingeniería del Software que van a utilizarlo para llevar a cabo una actividad.

De esta experiencia ha sido posible observar que, desde el punto de vista de los estudiantes, el mPLE es bastante fácil de usar y más eficiente que la visualización desde el móvil de un LMS. Además consideran que el uso de entornos de aprendizaje adaptados a dispositivos móviles en los que ellos pueden decidir las herramientas a utilizar incrementa su motivación, y en su opinión les aportan mayor flexibilidad para la realización de actividades de aprendizaje. Sin embargo se detectan problemas que deberían resolver como trabajo futuro tales como: permitir el trabajo *offline*, proporcionar un catálogo más amplio de herramientas a incluir en el mPLE o llevar a cabo versiones del mPLE que no requieran del uso de *smartphones*.

Estas afirmaciones son respaldadas por la opinión de los profesores que consideran que el sistema es válido y funciona correctamente, que les puede proporcionar información de actividades de aprendizaje que de otra forma estaría oculta, así como nuevas posibilidades en cuanto a las herramientas a utilizar en ellas. En cuanto a los problemas también se refleja la escasez de herramientas y quizás que el hecho de usar varios contextos pueda generar confusión entre los estudiantes.

El experimento llevado a cabo sirve como prueba de concepto. Sin embargo de cara a validar adecuadamente el sistema debería ser probado con otro tipo de estudiantes y en otros contextos educativo (no solamente en la universidad y

en el ámbito de la enseñanza de materias técnicas como el Grado en Ingeniería en Informática)

Como conclusión final podría decirse que la implementación de un PLE móvil es perfectamente posible y que según la percepción de profesores y estudiantes puede favorecer los procesos de enseñanza/aprendizaje.

#### ACKNOWLEDGMENT

Este trabajo está parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia (proyecto TIN2010-21695-C02) y la Junta de Castilla y León a través del proyecto SA294A12-2.

#### REFERENCES

- [1] F. J. García-Peñalvo, "Estado Actual de los Sistemas E-Learning," *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, vol. 6, Octubre 2005 2005.
- [2] F. J. García-Peñalvo, *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. Hershey, PA, USA: Information Science Reference, 2008.
- [3] P. Ayveriou, A. Papasalouros, S. Retalis, and M. Skordalakis, "Towards a Pattern Language for Learning Management Systems," *Educational Technology & Society*, vol. 6, pp. 11-24, 2003.
- [4] G. Attwell, "The Personal Learning Environments - the future of eLearning?," *eLearning Papers*, vol. 2, pp. 1-8, 2007.
- [5] H. Ajjan and R. Hartshorne, "Investigating faculty decisions to adopt Web 2.0 technologies: Theory and Empirical Tests," *The Internet and Higher Education*, vol. 11, pp. 71-80, 2008.
- [6] O. Casquero, J. Portillo, R. Ovelar, M. Benito, and J. Romo, "iPLE Network: an integrated eLearning 2.0 architecture from University's perspective," *Interactive Learning Environments*, vol. 18, pp. 293-308, 2010.
- [7] J. Mott and D. Wiley, "Open for Learning: The CMS and the Open Learning Network," In *Education - Exploring our connective educational landscape*, vol. 15, 29/04/2011 2009.
- [8] G. Attwell, "e-Portfolios - the DNA of the Personal Learning Environment?," *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, vol. 3, pp. 39-61, 2007.
- [9] V. B. Weigel, *Deep Learning for a Digital Age: Technology's Untapped Potential to Enrich Higher Education*: Jossey-Bass, 2001.
- [10] L. Castañeda and J. Adell, "La anatomía de los PLEs," in *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red*, L. Castañeda and J. Adell, Eds., ed Alcoy: Marfil, 2013, pp. 11-27.
- [11] M. P. Prendes, "Plataformas de campus virtuales de Software Libre: Análisis comparativo de la situación actual de las Universidades Españolas," Informe del proyecto EA-2008-0257 de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación 2009.
- [12] P. Arroway, E. Davenport, X. Guangning, and D. Updegrove, "Educause Core Data Service Fiscal Year 2009 summary report," EDUCAUSE2010.
- [13] S. Wexler, L. Dublin, N. Grey, S. Jagannathan, T. Karrer, M. Martinez, et al., "LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS. The good, the bad, the ugly,... and the truth.," The eLearning Guild 22/10/2011 2008.
- [14] F. J. García-Peñalvo, M. Á. Conde, M. Alier, and M. J. Casany, "Opening Learning Management Systems to Personal Learning Environments," *Journal of Universal Computer Science*, vol. 17, pp. 1222-1240, 2011.
- [15] M. Á. Conde, F. J. García-Peñalvo, M. J. Rodríguez-Conde, M. Alier, and A. García-Holgado, "The learners' and teachers' perception of LMS openness in educational and technological areas," *Computers in Human Behaviour*, In press.
- [16] M. Á. Conde, F. J. García, M. J. Rodríguez-Conde, M. Alier, M. J. Casany, and J. Piguillem, "An Evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools," *Interactive Learning Environments*, In press.
- [17] M. Á. Conde, F. J. García-Peñalvo, M. Alier, M. J. Casany, and J. Piguillem, "Mobile devices applied to Computer Science subjects to consume institutional functionalities through a Personal Learning Environment," *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, vol. 29, pp. 610-619, 2013.
- [18] ITU, "Measuring the Information Society," International Telecommunication Union, Geneva, Switzerland 92-61-13111-5, 2012.
- [19] J. Pettit and A. Kukulska-Hulme, "Going with the grain: Mobile devices in practice," *Australian Journal of Educational Technology - AJET*, vol. 23, pp. 17-33, 2007.
- [20] H. Jenkins, R. Purushotoma, K. A. Clinton, M. Weigel, and A. J. Robison. (2006, 10/01/2014). Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century. Available: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED536086.pdf>
- [21] G. Attwell, J. Cook, and A. Ravenscroft, "Appropriating Technologies for Contextual Knowledge: Mobile Personal Learning Environments," presented at the Second World Summit on the Knowledge Society, WSKS, Crete, Greece, 2009.
- [22] M. van Harmelen, "Personal Learning Environments," presented at the Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Kerkraade, The Netherlands, 2006.
- [23] H. Thüs, M. Akbari, and U. Schroeder, "Mobile Personal Environment for Higher Education," presented at the PLE Conference 2011, Southampton, UK, 2011.
- [24] M. Perifanou, "Using iphone as my 'Personal Mobile Language Learning Environment': an exploration and classification of language learning possibilities," presented at the PLE Conference 2010, Barcelona, Spain, 2010.
- [25] Molly. (2010, 19/01/2014). *Molly Project - The open source Mobile portal*. Available: <http://mollyproject.org/>
- [26] campusM-TM. (2010, 19/01/2014). *CampusM*. Available: <http://www.campusm.com/>
- [27] T. Jennings, "Technology Audit - CampusM," Ovum's Knowledge Centers 2011.
- [28] C. Frost, "Only Connect Project - Final Report," JISC - Joint Information Systems Comitee, Bolton 2009.
- [29] M. Stubbs, "Researching Emerging Administration Channel," JISC - Joint Information Systems Comitee, Manchester 2009.
- [30] M. N. Razavi and L. Iverson, "A grounded theory of information sharing behavior in a personal learning space," presented at the Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work, Banff, Alberta, Canada, 2006.
- [31] M. Harding. (2010, 19/01/2014). *Elggmobile*. Available: <http://code.google.com/p/elggmobile/>
- [32] Aplix-Corporation. (2009, 20/04/2012). *Aplix Web Runtime*. Available: <http://wiki.webvm.net/wrtc/>
- [33] DEV. OPERA. (2011, 19/01/2014). *Widget runtime: WAC-1.0-compliant Golden for Android*. Available: <http://dev.opera.com/articles/view/labs-widget-runtime-wac-1-0-compliant-golden-for-android/>
- [34] J. Sachse, *The Standardization of Widget-APIs as an Approach for Overcoming Device Fragmentation*: GRIN Verlag GmbH, 2010.
- [35] Webinos. (2010, 19/01/2014). *Webinos Project*. Available: <http://webinos.org/>
- [36] Blackboard. (2011, 19/01/2014). *Blackboard Mobile*. Available: <http://www.blackboard.com/Platforms/Mobile/Overview.aspx>
- [37] J. Pratt, D. Hinkelman, G. Bateson, B. Gettings, N. Sekiya, and T. Takemoto, "Moodle for Mobile," ed, 2006.
- [38] M. Yingling, "Mobile Moodle," *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 21, pp. 280-281, 2006.
- [39] M. Alier and M. Casany, "Moodbile: Extending Moodle to the Mobile on/offline Scenario," presented at the IADIS International Conference Mobile Learning., Algarve, Portugal., 2008.
- [40] M. Á. Conde, C. Muñoz, and F. J. García, "Sistemas de Adaptación de contenidos para dispositivos móviles," presented at the Actas del congreso de IX Congreso Internacional de Interacción Persona - Ordenador, Albacete, 2008.
- [41] M. Meisenberger and A. Nischelwitzer, "The mobile learning engine (MLE) - a mobile, computer-aided, multimedia-based learning application," presented at the Multimedia Applications in Education Conference, MApEC'04, Austria, 2004.
- [42] M. J. Casany, M. Á. Conde, M. Alier, and F. García, "Applications of Service Oriented Architecture for the Integration of LMS and m-Learning Applications", presented at the Fifth International Conference on Web Information Systems and Technologies - WEBIST 2009, Lisboa, 2009.
- [43] Sakai. (2011, 19/01/2014). *Google Summer of Code Ideas 2011*. Available: <https://confluence.sakaiproject.org/display/MGT/Google+Summer+of+Code+2011+ideas+list#GoogleSummerofCode2011ideaslist->
- [44] Francisco J. García-Peñalvo, Miguel Á. Conde, and A. Del-Pozo, "A Mobile Personal Learning Environment Approach," presented at the 5th International Conference, VAMR 2013 Held as Part of HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, 2013.

- [45] M. Molist. (2008, 19/01/2014), Moodle llena la geografía educativa española de campus virtuales. *Diario el País*. Available: [http://www.elpais.com/articulo/portada/Moodle/llena/geografia/educativa/espanola/campus/virtuales/elpepuec/20081204elpepuec\\_1/Tes](http://www.elpais.com/articulo/portada/Moodle/llena/geografia/educativa/espanola/campus/virtuales/elpepuec/20081204elpepuec_1/Tes)
- [46] M. J. Casany, M. Alíer, M. A. Conde, and F. J. García, "SOA Initiatives for eLearning: A Moodle Case," presented at the 23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA, Bradford, United Kingdom, May 26-29, 2009, 2009.
- [47] M. Á. Conde, D. A. Gómez, A. d. Pozo, and F. García-Peñalvo, "Web services layer for Moodle 2.0.: A new area of possibilities in web based learning," *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, vol. 3, 2010.
- [48] IMS-GLC. (2010, 19/01/2014). *IMS Learning Tools Interoperability Basic LTI Implementation Guide v1.0*. Available: <http://www.imsglobal.org/lti/blti/bltiv1p0/litBLTimgv1p0.html>
- [49] Google-Android. (2013, 19/01/2014). *Android*. Available: <http://www.android.com/>
- [50] J. Brooke, "SUS: A Quick and Dirty Usability Scale," in *Usability Evaluation in Industry*, P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, and I. L. McClelland, Eds., ed: Taylor & Francis., 1996.
- [51] M. B. Miles and A. M. Huberman, *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*: Sage Publications, 1994.
- [52] J. Sauro, *A Practical Guide to the System Usability Scale: Background, Benchmarks & Best Practices*: CreateSpace, 2011.



**Miguel Ángel Conde** realizó sus estudios universitarios en Ingeniería en Informática en la Universidad de Salamanca y se doctoró en esta misma universidad en 2012. De 2002 a 2004 estuvo trabajando en el ámbito de la educación impartiendo diferentes cursos de informática. En 2004 estuvo en el desarrollo software para la empresa GPM una compañía de desarrollo web y multimedia. En 200 comenzó a trabajar para Clay Formación Internacional en el departamento de

I+D+i dónde estuvo involucrado en diferentes proyectos de eLearning. De 2007 a 2012 ha sido profesor asociado de la Universidad de Salamanca, en la que también ha trabajado como investigador del grupo GRIAL. Durante el año 2013 ha trabajado como profesor asociado de la Universidad de León así como vinculado a proyectos del Servicio de Informática y Comunicaciones de esta universidad. Actualmente trabaja como profesor Ayudante Doctor en la Universidad de León. Su tesis e investigación se centra en como fusionar y explotar experiencias de aprendizaje formales, informales y no-formales. Ha publicado más de 100 artículos relativos al ámbito del eLearning entre libros, capítulos de libro, revistas y conferencias tanto nacionales como internacionales.



**Francisco José García Peñalvo** realizó sus estudios universitarios en informática en la Universidad de Salamanca y en la Universidad de Valladolid y se doctoró en la Universidad de Salamanca. El doctor García-Peñalvo es el director del grupo de investigación GRIAL (Grupo de investigación en Interacción y eLearning). Sus principales intereses de investigación se centran en el eLearning, Computadores y Educación, Sistemas Adaptativos, Ingeniería Web, Web Semántica y Reutilización de Software. Ha dirigido y participado en más de 15 proyectos de innovación e investigación. Fue Vicerrector de Innovación Tecnológica de la Universidad de Salamanca entre Marzo de 2007 y Diciembre de 2009. Ha publicado más de 100 artículos en revistas y conferencias internacionales. Ha sido editor invitado en varios números especiales de revistas internacionales (*Online InformationReview*, *Computers in Human Behaviour*, *InteractiveLearningEnvironments...*). Además, es miembro del comité de programa de varias conferencias internacionales y revisor de varias revistas internacionales.